

⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 198 28 662 C 2**

⑥ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 N 27/12**

⑳ Aktenzeichen: 198 28 662.7-52  
㉑ Anmeldetag: 26. 6. 1998  
㉒ Offenlegungstag: 5. 1. 2000  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 15. 6. 2000

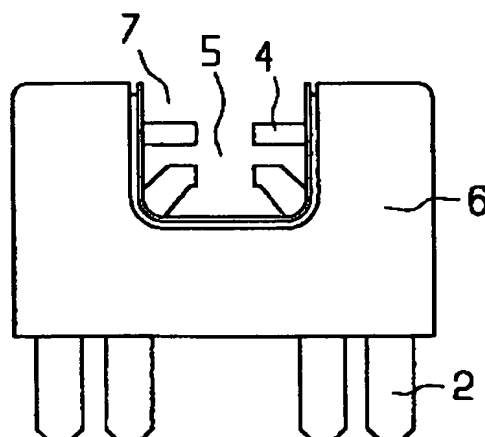
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
Tyco Electronics Logistics AG, Steinach, CH  
  
⑦④ **Vertreter:**  
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

⑦② **Erfinder:**  
Daeche, Frank, 81825 München, DE; Templin, Frank,  
10367 Berlin, DE  
  
⑤⑤ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**  
EP 04 64 244 B1

⑤④ **Gassensor mit einem planaren Sensorelement und einem Gehäuse**

⑤⑦ Die sensorelementseitigen Enden (4) eines Leadframes (1) umgrenzen einen Kontaktbereich (5), in welchem das planare Sensorelement (3) in der Leadframeebene angeordnet ist. Das Leadframe (1) ist mit einem flachen Kunststoffgehäuse (6) umspritzt, aus dem die Außenanschlüsse (2) herausgeführt sind und im Gehäuse (6) ist eine zur Leadframeebene senkrechte Aussparung (7) vorgesehen, die mindestens den Kontaktbereich (5) umfaßt. Dies erleichtert die Montage insbesondere von zweiseitig kontaktierten Sensorelementen (3).



DE 198 28 662 C 2

DE 198 28 662 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gassensor, mit einem planaren Sensorelement, das ein halbleitendes, für reduzierende Gase sensitives Material umfaßt, mit einer Schutzhülle, die den Sensor vor äußeren mechanischen Einflüssen schützt und die über Gaseinlaßöffnungen verfügt, und mit Außenanschlüssen.

Derartige Gassensoren nützen die Tatsache aus, daß die elektrische Leitfähigkeit geeigneter halbleitender Metalloxide bei ausreichend hohen Betriebstemperaturen abhängig vom Gehalt an oxidierenden und reduzierenden Gasen der sie umgebenden Atmosphäre ist und sind beispielsweise aus der europäischen Patentschrift EP 0 464 244 B1 bekannt.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf planare Sensorelemente, insbesondere solche, bei denen das sensitive Material als  $Ga_2O_3$ -Dünnschicht auf einem nichtleitenden, keramischen Trägerkörper ausgebildet ist. An seiner Unterseite kann der Trägerkörper beispielsweise über eine mäanderförmige Heizanordnung zum Heizen des Sensors auf eine vorbestimmte Betriebstemperatur, beispielsweise 550 bis 600°C, verfügen. Ein derartiges Sensorelement bzw. -chip weist typische Ausmaße von  $1,4 \times 2,2$  mm und üblicherweise mindestens zwei Funktions- und zwei Heizanschlüsse auf. Diesem Aufbau entsprechend, sind die planaren Sensorelemente derzeit noch zweiseitig (zwei Funktionsanschlüsse oben, zwei Heizanschlüsse unten) mit Außenanschlüssen versehen, also bei der Montage auch zweiseitig zu kontaktieren.

Da derartige Gassensoren unter anderem zur Sicherheitsüberwachung bezüglich brennbarer bzw. explosiver Gase eingesetzt werden, wurde als Schutzhülle der Sensoren bisher ein Metallgehäuse mit Gaseinlaßschlitzen verwendet. Dadurch wird erreicht, daß zu detektierende Gase, die innerhalb der Schutzhülle durch das mehrere hundert °C heiße, also gegebenenfalls über den Flammpunkt des zu detektierenden Gases hinaus erhitzte Sensorelement entzündet werden, nicht als Stichflamme nach Außerhalb des Sensors entweichen können. Bisher wurden die planaren Sensorelemente entweder axial in ein zylindrisches Metallgehäuse eingebaut, wie beispielsweise aus der genannten EP 0 464 244 B1 ersichtlich, oder, wie gegenwärtig üblicher, das planare Sensorelement wurde parallel zum Sockel des Sensors, also parallel zur Stirnwand des zylindrischen Metallgehäuses angeordnet. Diese bisherige Aufbautechnologie macht im wesentlichen von durch Gaseinlaßöffnungen abgewandelten, ansonsten aber bekannten Gehäusen für Einzeltransistoren oder für Röhren Gebrauch.

Die bekannten Aufbau­lösungen ermöglichen Laboraufbauten, jedoch keine automatisierte Großserienfertigung. Insbesondere führen die genannten Anordnungen der planaren Sensorelemente in zylindrischen Metallgehäusen zu Fertigungsproblemen bei zweiseitig zu kontaktierenden Sensorelementen. Bisher wurde in einem manuellen Prozeß der Sensorchip zuerst einseitig mit Platindrähten durch Spaltschweißen versehen. Dann wurde der Chip gedreht und auf der gegenüberliegenden Seite mit Platindraht verschweißt. Der Chip mit den beidseitig befestigten Platindrähten wurde in der Folge mittels eines Manipulators in der Mitte des Metallgehäuses gehalten und die Platindrähte wurden auf die entsprechenden Pinenden des Gehäuses ausgerichtet und mit ihnen verschweißt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Gassensor der eingangs genannten Art zu schaffen, der insbesondere auch bei zweiseitig zu kontaktierenden Sensorelementen eine kostengünstige Montage bzw. Herstellung erlaubt.

Diese Aufgabe wird bei einem Gassensor der eingangs genannten Art erfindungsgemäß gelöst durch

- ein Leadframe, bei dem jeder elektrische Leitweg von einem der Außenanschlüsse zu einem der Anschlüsse des Sensorelements durch ein separates Formstück gebildet ist,
- wobei die sensorelementseitigen Enden der Formstücke einen Kontaktbereich umgrenzen, in welchem das planare Sensorelement in der Leadframeebene angeordnet ist,
- und durch ein flaches Kunststoffgehäuse, mit dem das Leadframe auf beiden Seiten durch einen Plastspritzprozeß umhüllt ist,
- wobei einerseits die Außenanschlüsse aus dem Kunststoffgehäuse herausgeführt sind und andererseits eine zur Leadframeebene senkrechte Aussparung im Kunststoffgehäuse vorgesehen ist, die mindestens den Kontaktbereich umfaßt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale gekennzeichnet.

Die Erfindung löst das zuvor geschilderte Montageproblem sowohl im Falle zweiseitig, wie einseitig zu kontaktierenden Sensorelemente durch einen symmetrischen Aufbau, der die Montageebene in die Oberflächenebene des Sensorelementes legt. Gleichzeitig wird der Schritt von einem konventionellen Durchsteckbauelement zu einem wahlfrei steckbaren bzw. oberflächenmontierbaren Bauelement vollzogen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Figuren im Einzelnen beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 2 eine Ansicht des gleichen Ausführungsbeispiels von der Schmalseite her,

Fig. 3 das gleiche Ausführungsbeispiel mit noch nicht umspritztem Leadframe,

Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel, in gleicher Ansicht wie Fig. 1,

Fig. 5 das gleiche Ausführungsbeispiel wie Fig. 1, jedoch mit anders ausgeführten Außenanschlüssen,

Fig. 6 das gleiche Ausführungsbeispiel wie Fig. 5, jedoch in der Darstellung gemäß Fig. 2,

Fig. 7 in perspektivischer Draufsicht das vervollständigte Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1.

Die Fig. 1 bis 3 werden im folgenden im Zusammenhang erläutert. Das Leadframe 1, bei dem die einzelnen Formstücke gemäß Fig. 3 zunächst noch an einem gemeinsamen Trägerstreifen 11 hängen, besteht aus leitfähigem Material, vorzugsweise Kupfer, Kupferlegierungen, Gold, Platin oder andere Metalle. Dieses Leadframe 1 ist ein planares Teil, das durch bekannte Verfahren wie Stanzen, Ätzen und Brodieren aus einem Blech eines der oben genannten Materialien herausgearbeitet ist. Die Formstücke sind im Rohzustand zunächst miteinander verbunden. Nachdem das Leadframe durch einen Plastspritzprozeß mit Kunststoff umhüllt wurde, können die Verbindungen der einzelnen Formstücke, insbesondere der Trägerstreifen 11, entfernt werden. Fig. 1 und 3 zeigen eine Ausführungsform, bei der die Aussparung 7 im Kunststoffgehäuse 6 einerseits erheblich größer als der Kontaktbereich 5 ist. Dies hat den Vorteil, daß über die Enden 4 der Formstücke eine ausreichende thermische Luftstrecke zwischen dem heißen Sensorelement 3 und dem Kunststoffgehäuse 6 definiert ist. Andererseits befindet sich die Aussparung 7 außerdem vorteilhafterweise den Außenanschlüssen 2 gegenüberliegend an der oberen Schmalseite

10, vgl. Fig. 7, des flachen Kunststoffgehäuses 6, so daß die Aussparung 7 nach drei Seiten hin offen ist. Dies ermöglicht unter anderem einen besonders leichten Zugang zum Kontaktierbereich bei der Montage. Die Aussparung kann vorteilhaft durch den in Fig. 7 erkennbaren U-förmigen Metallchip durch Kraft/Formschluß mit dem restlichen Aufbau verschlossen werden.

Während der Montage wird der Sensorchip 3 mittels eines Manipulators im Kontaktierbereich 5 gehalten. Anschließend kann durch einen Schweißvorgang ein Verbindungsdraht zwischen den Kontaktflächen des Sensorelements 3 und dem Leadframe 1 angebracht werden. Bei zweiseitiger Kontaktierung wird der Aufbau nachfolgend einfach gedreht und noch mal an den verbleibenden Kontaktpaaren kontaktiert. Der Sensor wird also einfach noch mal durch die gleichen Fertigungsstationen transportiert. Gegenüber der bekannten bisherigen Lösung vereinfacht sich das Verfahren durch die Durchführung der Kontaktierung in einem Schritt sowie durch für beide Sensorelementseiten identische, automatisierbare Prozesse. In Zukunft hofft man auch einseitig kontaktierbare Sensorelemente zur Verfügung zu haben, die gegenwärtig eines der Entwicklungsziele der Sensorfunktion an sich darstellen. Insbesondere bei einseitig kontaktierbaren Sensorelementen 3 erscheint es sinnvoll, die Enden 4 der Formstücke direkt mit den Kontaktflächen der Sensorelemente 3 zu verschweißen. Damit entfällt die Notwendigkeit eines Verbindungsdrahtes. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, wie in Fig. 4 dargestellt, die Enden 4 der Formstücke in Form einer thermischen Engstelle auszubilden.

Die Gestaltung der Anschlußpins der Außenanschlüsse des erfindungsgemäßen Gassensors kann beispielsweise, wie in Fig. 1 bis 4 dargestellt, als einreihige Anordnung von Anschlußpins 2 zur Durchsteckmontage erfolgen, oder, wie in Fig. 5 und 6 dargestellt, als einreihige Anordnung von Anschlußpins 2 mit insbesondere wechselseitig rechteckig angestellten Pins, die zur Oberflächenmontage geeignet sind.

getrennt ist.

3. Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung (7) nach Montage des Sensorelements (3) durch ein mit Gaseinlaßöffnungen (9) versehenes, metallisches Formteil verschlossen ist.

4. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung (7) zu einer Schmalseite (10) des flachen Kunststoffgehäuses (6) hin offen ist.

5. Gassensor nach Anspruch 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil als metallisches Biegeteil (8) ausgeführt ist, das den Kontaktierbereich (5) U-förmig umschließt.

6. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse des Sensorelements (3) durch Verbindungsdrähte zwischen den Kontaktflächen des Sensorelements (3) und dem Leadframe (1) gebildet sind.

7. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlüsse des Sensorelements (3) durch eine unmittelbare Verbindung der sensorelementseitigen Enden (4) der Formstücke des Leadframes (1) mit den Kontaktflächen des Sensorelements (3) gebildet sind.

8. Gassensor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenanschlüsse (2) eine einreihige Anordnung von Anschlußpins zur Durchsteckmontage bilden.

9. Gassensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenanschlüsse (2) eine einreihige Anordnung mit rechtwinklig angestellten Anschlußpins zur Oberflächenmontage bilden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Gassensor, enthaltend ein planares Sensorelement mit Anschlüssen, das ein halbleitendes, für reduzierende Gase sensitives Material umfaßt, eine Schutzhülle, die den Sensor vor äußeren mechanischen Einflüssen schützt und die über Gaseinlassöffnungen verfügt, sowie Außenanschlüsse, **gekennzeichnet durch**
  - ein Leadframe (1), bei dem jeder elektrische Leitweg von einem der Außenanschlüsse (2) zu einem der Anschlüsse des Sensorelements (3) durch ein separates Formstück gebildet ist,
  - wobei die sensorelementseitigen Enden (4) der Formstücke einen Kontaktbereich (5) umgrenzen, in welchem das planare Sensorelement (3) in der Leadframeebene angeordnet ist,
  - und durch ein flaches Kunststoffgehäuse (6), mit dem das Leadframe (1) auf beiden Seiten durch einen Plastspritzprozeß umhüllt ist,
  - wobei einerseits die Außenanschlüsse (2) aus dem Kunststoffgehäuse (6) herausgeführt sind und andererseits eine zur Leadframeebene senkrechte Aussparung (7) im Kunststoffgehäuse (6) vorgesehen ist, die mindestens den Kontaktbereich (5) umfaßt.
2. Gassensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung (7) derart viel größer als der Kontaktbereich (5) ist, daß dieser thermisch durch eine definierte Luftstrecke von dem Kunststoffgehäuse (6)

FIG 1

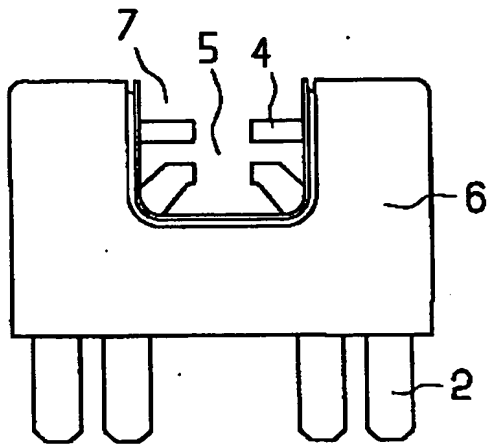


FIG 2

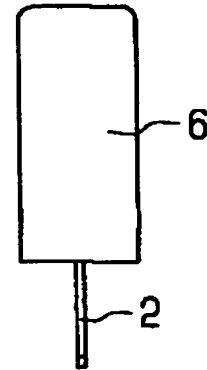


FIG 3

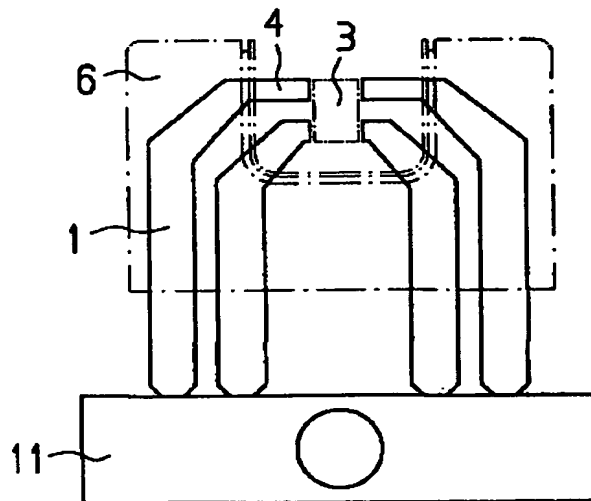


FIG 4

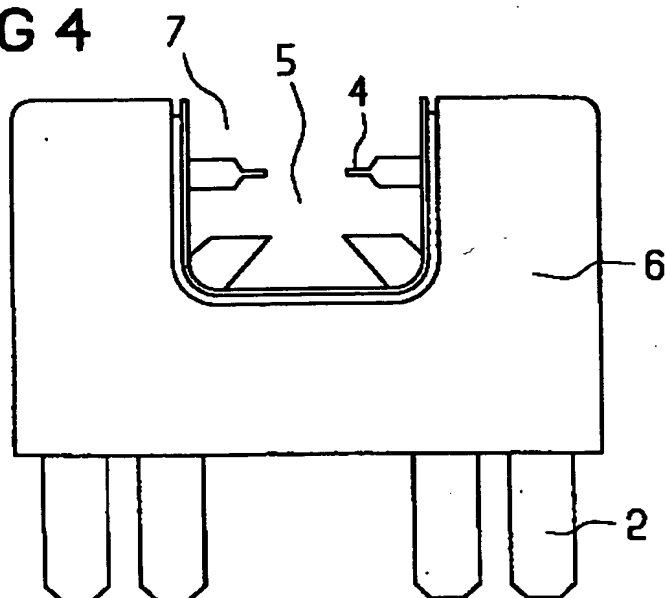


FIG 5

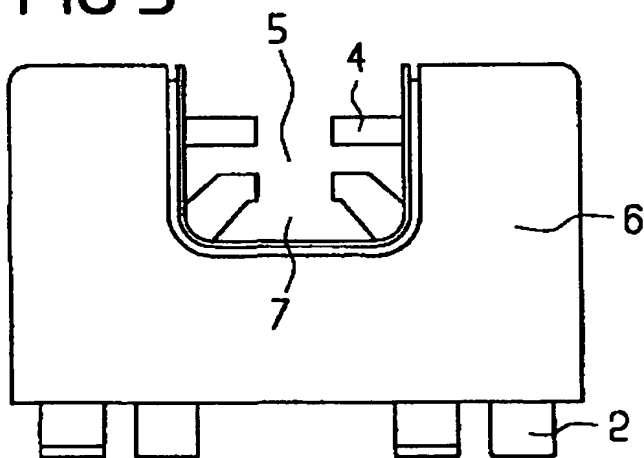


FIG 6

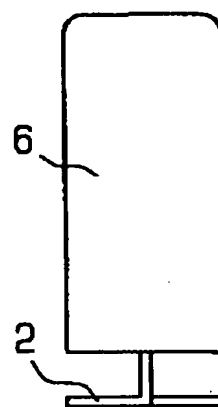
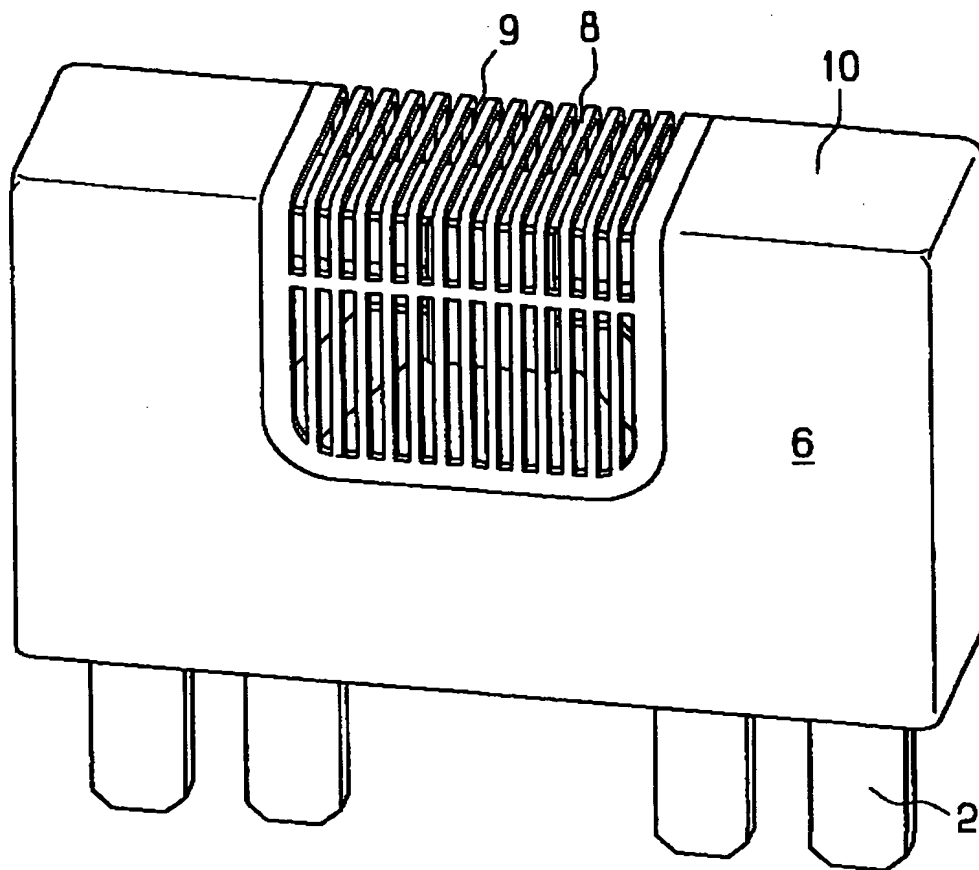


FIG 7



The invention concerns a gas sensor, with a planar sensor element which includes a semiconducting material sensitive to reducing gases, with a protective envelope which protects the sensor from external mechanical influences and which has gas inlet openings, and with external connections.

Gas sensors of this kind make use of the fact that the electrical conductivity of suitable semiconducting metal oxides at sufficiently high operating temperatures is dependent on the content of oxidising and reducing gases of the atmosphere surrounding them, and are known from European patent EP 0 464 244 B1, for example.

The present invention relates to planar sensor elements, in particular those in which the sensitive material is constructed as a  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  thin film on a non-conductive, ceramic substrate body. On its lower side the substrate body can have, for example, a meander-like heating assembly for heating the sensor to a predetermined operating temperature, for example, 550 to 600°C. A sensor element or chip of this kind has typical dimensions of 1.4 x 2.2 mm and usually at least two function and two heating connections. Corresponding to this construction, the planar sensor elements are currently still provided with external connections on two sides (two function connections at the top, two heating connections at the bottom), that is, are to be contacted on two sides during assembly as well.

As gas sensors of this kind are used inter alia for safety monitoring in relation to inflammable or explosive gases, up to now a metal case with gas inlet slots has been used as the protective envelope of the sensors. As a result, gases to be detected, which are ignited within the

protective envelope by the sensor element heated to several hundred °C, that is, if occasion arises above the flash point of the gas to be detected, cannot escape outside the sensor as a shooting flame. Up to now, the planar sensor elements were either fitted axially in a cylindrical metal case, as can be seen from the above-mentioned EP 0 464 244 B1, for example, or, as is more common at present, the planar sensor element was arranged parallel to the base of the sensor, that is, parallel to the end wall of the cylindrical metal case. This previous structural technology essentially makes use of cases for single transistors or for electron tubes which are modified by gas inlet openings but are otherwise known.

The known structural solutions allow laboratory constructions, but not automated large-scale production. In particular, the above-mentioned arrangements of the planar sensor elements in cylindrical metal cases lead to production problems with sensor elements to be contacted on two sides. Up to now, in a manual process the sensor chip was first provided with platinum wires on one side by gap welding. Then the chip was turned and welded to platinum wire on the opposite side. The chip with the platinum wires fastened on both sides was subsequently held by means of a manipulator at the centre of the metal case, and the platinum wires were aligned with the corresponding pin ends of the case and welded to them.

It is the object of the present invention to provide a gas sensor of the kind mentioned hereinbefore, which allows cheap assembly or manufacture in particular in the case of sensor elements to be contacted on two sides as well.

object:  
contact  
sensor  
element on  
two sides



This object is achieved in a gas sensor of the kind mentioned hereinbefore according to the invention by

- a lead frame in which each electrical route from an external connection to a terminal of the sensor element is formed by a separate shaped part,
- wherein the ends of the shaped parts on the sensor element side encompass a contacting region in which the planar sensor element is arranged in the plane of the lead frame,
- and by a flat plastic housing with which the lead frame is enveloped on both sides by a plastic injection moulding process,
- wherein on the one hand the external connections lead out of the plastic housing and on the other hand a recess in the plastic housing is provided, which is perpendicular to the plane of the lead frame and which includes at least the contacting region.

Advantageous developments of the invention are characterised by the characteristics provided in the subsidiary claims.

The invention solves the assembly problem described above in the case of sensor elements to be contacted both on two sides and on one side, by a symmetrical construction which places the plane of assembly in the plane of the surface of the sensor element. At the same time the step is accomplished from a conventional push-through component to a component which can be optionally inserted or mounted on the surface.

Below, the invention is described in detail with the aid of several figures.

Fig. 1 shows a side view of a first embodiment of the invention,

Fig. 2 a view of the same embodiment from the narrow side,

Fig. 3 the same embodiment with the lead frame not yet enveloped by injection moulding,

Fig. 4 a second embodiment, in the same view as Fig. 1,

Fig. 5 the same embodiment as Fig. 1, but with differently constructed external connections,

Fig. 6 the same embodiment as Fig. 5, but in the view of Fig. 2,

Fig. 7 in a perspective plan view the completed embodiment of Fig. 1.

Figs. 1 to 3 are described below in conjunction. The lead frame 1, in which the individual shaped parts in Fig. 3 are initially still hanging from a common support strip 11, is made of conductive material, preferably copper, copper alloys, gold, platinum or other metals. This lead frame 1 is a planar part which is formed from a sheet of one of the above-mentioned materials by known methods such as stamping, etching and eroding. The shaped parts are initially connected to each other in the unfinished state. After the lead frame has been enveloped with plastic by a plastic injection-moulding process, the joins of the individual shaped parts, in particular the support strip 11, can be removed. Figs. 1 and 3 show an embodiment in which the recess 7 in the plastic housing 6 on the one hand is considerably larger than the contact region 5. This has the advantage that via the ends 4 of the shaped parts an adequate thermal air gap is defined between the hot sensor element 3 and the plastic housing 6. On the other hand, the recess 7 is further located advantageously opposite the external connections 2 on the upper narrow side 10, cf.

Fig. 7, of the flat plastic housing 6, so that the recess 7 is open on three sides. This allows inter alia particularly easy access to the contacting region during assembly. The recess can advantageously be closed by the U-shaped metal chip visible in Fig. 7, by force-locking/form-locking to the remainder of the structure.

During assembly, the sensor chip 3 is held by means of a manipulator in the contacting region 5. Next a connecting wire can be mounted between the contacting surfaces of the sensor element 3 and the lead frame 1 by a welding operation. In case of contacting on two sides, the structure is subsequently simply turned and contacted again at the remaining pairs of contacts. The sensor is therefore simply transported again through the same production stations. Compared with the known previous solution, the method is simplified by performing contacting in one step and by automatable processes identical for both sides of the sensor element. In future it is hoped also to have sensor elements which can be contacted on one side and which at present represent one of the development aims of sensor function per se. In particular with sensor elements 3 which can be contacted on one side it seems sensible to weld the ends 4 of the shaped parts directly to the contacting surfaces of the sensor elements 3. Thus the need for a connecting wire is eliminated. For this purpose it is advantageous, as shown in Fig. 4, to construct the ends 4 of the shaped parts in the form of a thermal narrow point.

The design of the terminal pins of the external connections of the gas sensor according to the invention can, for example, as shown in Figs. 1 to 4, be constructed as a single-row arrangement of terminal pins 2 for push-through assembly, or, as shown in Figs. 5 and 6, as a

single-row arrangement of terminal pins 2 with in particular pins set alternately at right angles, which are suitable for surface assembly.

## Patent claims

1. Gas sensor, with a planar sensor element which includes a semiconducting material sensitive to reducing gases, with a protective envelope which protects the sensor from external mechanical influences and which has gas inlet openings, and with external connections, characterised by
  - a lead frame (1) in which each electrical route from an external connection (2) to a terminal of the sensor element (3) is formed by a separate shaped part,
  - wherein the ends (4) of the shaped parts on the sensor element side encompass a contacting region (5) in which the planar sensor element (3) is arranged in the plane of the lead frame,
  - and by a flat plastic housing (6) with which the lead frame (1) is enveloped on both sides by a plastic injection moulding process,
  - wherein on the one hand the external connections (2) lead out of the plastic housing (6) and on the other hand a recess (7) in the plastic housing (6) is provided, which is perpendicular to the plane of the lead frame and which includes at least the contact region (5).
2. Gas sensor according to claim 1, characterised in that the recess (7) is so much larger than the contact region (5) that the latter is thermally separated from the plastic housing (6) by a defined air gap.

3. Gas sensor according to claim 1 or 2, characterised in that after assembly of the sensor element (3) the recess (7) is closed by in particular a metal shaped part provided with gas inlet openings (9).
4. Gas sensor according to any of claims 1 to 3, characterised in that the recess (7) is open towards a narrow side (10) of the flat plastic housing (6).
5. Gas sensor according to claims 3 and 4, characterised in that the shaped part is constructed as a bent metal part (8) which surrounds the contacting region (5) in a U shape.
6. Gas sensor according to any of claims 1 to 5, characterised in that the terminals of the sensor element (3) are formed by connecting wires between the contacting surfaces of the sensor element (3) and the lead frame (1).
7. Gas sensor according to any of claims 1 to 5, characterised in that the terminals of the sensor element (3) are formed by a direct connection of the ends (4) of the shaped parts of the lead frame (1) on the sensor element side, to the contacting surfaces of the sensor element (3).
8. Gas sensor according to any of the preceding claims, characterised in that the external connections (2) form a single-row arrangement of terminal pins for push-through assembly.

9. Gas sensor according to any of claims 1 to 7, characterised in that the external connections (2) form a single-row arrangement of terminal pins set at right angles for surface assembly.